

**PENGARUH ARANG DAN CUKA KAYU TERHADAP
PENINGKATAN PERTUMBUHAN DAN SIMPANAN KARBON**
*(The Effects of Charcoal and Wood Vinegar to
Growth Increase and Carbon Store)*

Sri Komarayati¹, Gusmailina¹ & Gustan Pari¹

Peneliti pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan,
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor 16610, Telp./Fax. : (0251) 8633378 / 8633413
email : srikomp3hh@yahoo.com; gsmlina@yahoo.com ; gpari@yahoo.com

Diterima 20 Januari 2014, Disetujui 19 Desember 2014

ABSTRACT

The research aimed to look into the growth responses of sengon, jabon, and agarwood seedlings; and to examine the carbon (C), nitrogen (N), phosphor (P), and potash (K) contents in soil as well as in the biomass portions of those three plant species (i.e. their leaves, stems, and roots) after being added with charcoal and wood vinegar. It also intended to explore the potency of carbon store in such plant-biomass portions. The charcoal addition was conducted by mixing it with soil evenly and homogenously, while wood-vinegar incorporation proceeded by spraying it onto the soil. For taking care of the plants, the wood vinegar was sprayed periodically to their stems, twigs, and leaves. Results revealed that the growth of sengon seedlings achieved the greatest in height (156.33 cm) and in diameter (20.08 mm), attributed to the addition of wood vinegar (2%) and charcoal (10%). For jabon seedlings, the greatest growth in height (89.17 cm) and in diameter (19.22 mm) occurred due to addition of wood vinegar (4%) and charcoal (20%). For agarwood seedlings, the greatest growth height (72.20 cm) and in diameter (18.29 mm). Besides, the addition of charcoal and wood vinegar could not also bring about the increase in consecutively nutrient contents (e.g. C, N, P. and K), biomass weight, and carbon store, which varied in the leaves, stems, and roots, in accordance to the percentages/ dosages of those two agents as added.

Keywords: Charcoal, wood vinegar, seedlings, nutrients, soil

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui respon pertumbuhan anakan sengon, jabon dan gaharu, serta kandungan karbon, nitrogen, fosfor dan kalium dalam tanah dan dalam biomasa tanaman setelah diberi arang dan cuka kayu. Aplikasi arang dilakukan dengan cara menambahkan arang secara merata pada lobang tanaman, sedangkan cuka kayu disiramkan pada tanah. Untuk pemeliharaan tanaman, cuka kayu disemprotkan pada batang, tangkai dan daun tanaman. Dari hasil penelitian diketahui bahwa pertumbuhan anakan sengon terbaik yaitu pada perlakuan penambahan arang 10% dan cuka kayu 2%, masing-masing dengan tinggi 156,33 cm dan diameter 20,08 mm. Untuk pertumbuhan anakan jabon terbaik yaitu pada perlakuan penambahan 30% arang, masing-masing dengan tinggi 89,17 cm dan diameter 19,22 mm. Untuk pertumbuhan anakan pohon penghasil gaharu yang terbaik yaitu pada perlakuan penambahan 20% arang dan cuka kayu 4%, masing-masing dengan tinggi 72,20 cm dan diameter batang 18,29 mm. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa penambahan arang dan cuka kayu tidak selalu dapat meningkatkan kandungan unsur hara tanah seperti C, N, P dan K, biomas tanaman serta simpanan karbon dengan berbagai variasi sesuai perlakuan.

Kata kunci: Arang, cuka kayu, anakan, hara, tanah.

I. PENDAHULUAN

Salah satu tujuan Konferensi *Biochar*/arang Asia Pasifik tahun 2009 adalah membahas keunggulan arang dalam bidang lingkungan yang berkaitan dengan mitigasi gas rumah kaca CO₂, CH₄ dan N₂O. Arang dalam tanah berdampak positif terhadap pertumbuhan tanaman karena banyak menyerap CO₂ dibanding tanpa arang. Selain itu arang mempunyai kemampuan mengikat CO₂, CH₄ dan N₂O di dalam tanah akibat adanya proses dekomposisi oleh mikroba tanah, sehingga emisi tidak lepas ke udara. Konferensi juga membahas kegunaan arang di bidang pertanian dan kehutanan, dalam kaitannya dengan peningkatan pertumbuhan tanaman (Pari, 2009).

Menurut Steiner *et al.*, (2007) dalam Widowati *et al.*, (2012), arang berbeda dengan bahan organik lainnya sebagai pembenah tanah. Arang memiliki sifat rekalsitran, lebih tahan terhadap oksidasi dan lebih stabil dalam tanah sehingga mempunyai pengaruh jangka panjang terhadap perbaikan kualitas kesuburan tanah. Hasil penelitian Gani (2009), menunjukkan bahwa aplikasi arang ke tanah akan meningkatkan ketersediaan kation utama dan fosfor (P), total nitrogen (N total) dan kapasitas tukar kation (KTK) tanah.

Selain arang, ada juga bahan organik lainnya yang dapat memperbaiki kualitas tanah, yaitu cuka kayu. Cuka kayu atau asap cair merupakan cairan warna kuning kecoklatan/coklat kehitaman yang diperoleh dari hasil samping pembuatan arang (Komarayati *et al.*, 2011 dan Nurhayati, 2007). Beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa arang dan cuka kayu dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi dan diameter sengon dan jabon, serapan karbon dan kalium dalam tanah (Komarayati *et al.*, 2013).

Hasil penelitian ini menjelaskan tentang respon pertumbuhan anakan sengon, jabon dan pohon penghasil gaharu sebagai akibat penambahan arang dan cuka kayu. Selain itu disajikan juga dampak penambahan arang dan cuka kayu terhadap kandungan karbon, nitrogen, fosfor dan kalium dalam tanah, biomasa tanaman (daun, batang dan akar) serta simpanan karbon.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu arang serbuk gergaji dari limbah kayu campuran dan cuka kayu dari limbah kayu mindi. Bibit yang digunakan adalah sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen), jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.) dan pohon penghasil gaharu (*Aquilaria microcarpa* Baill.) Peralatan yang digunakan antara lain yaitu alat pengukur tinggi, alat pengukur diameter, timbangan, selang plastik untuk menyiram, ajir dan label.

B. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kebun Penelitian Pasir Hantap, Sukabumi, selama 6 bulan.

C. Prosedur Penelitian

1. Persiapan

Sebelum dilakukan penanaman, pertama-tama dilakukan pengolahan tanah yang meliputi: pembersihan lahan, pengukuran jarak tanam 3 x 3 m, pembuatan lubang tanam 30 x 30 x 30 cm dan pemasangan ajir.

2. Penanaman

Penanaman anakan sengon, jabon dan pohon penghasil gaharu pada lubang yang telah disiapkan. Penambahan arang pada lubang tanam disesuaikan dengan perlakuan yaitu 10%, 20%, 30% dari volume tanah. Arang diberikan hanya satu kali pada saat penanaman. Selanjutnya penambahan cuka kayu, disesuaikan dengan perlakuan yang diberikan. Mula - mula cuka kayu diencerkan dengan air sesuai perlakuan konsentrasi yaitu 1%, 2%, 3% dan 4%. Selanjutnya cuka kayu sebanyak 1 liter disiramkan pada tanah yang telah ditanami anakan. Penyiraman cuka kayu pada lubang tanam dilakukan 1 minggu sekali sampai dengan penelitian berakhir. Untuk mencegah serangan hama penyakit cuka kayu dengan konsentrasi 2% seminggu sekali disemprotkan pada semua bagian tanaman (batang, ranting dan daun), termasuk tanaman yang diberi perlakuan arang. Selama enam bulan penelitian, penyiraman dilakukan dua kali dalam seminggu karena pada saat penanaman tidak turun hujan.

3. Pengukuran dan pengamatan

Respon yang diamati yaitu pertumbuhan tinggi dan diameter batang tanaman; kandungan karbon yang terdapat dalam tanah/media tumbuh; dan kandungan karbon dalam biomassa tanaman.

Pertambahan tinggi dan diameter batang diperoleh dari hasil selisih pengukuran tinggi dan diameter awal tanam dengan pengukuran akhir pengamatan. Pengukuran simpanan karbon dalam biomassa (daun, batang dan akar) menggunakan metode Brown (Adiriono, 2009). Penetapan kadar C organik dilakukan dengan metode oksidasi basah asam khronik Walkey dan Black, N total dengan metode Kjeldahl meliputi tahap destruksi, destilasi dan titrasi, P total, K total, ditetapkan mengikuti prosedur pengujian Laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, IPB. Untuk mengetahui komponen senyawa organik cuka kayu dilakukan pengujian dengan menggunakan *Pyrolysis Spektrofotometri Massa Khromatografi Gas* (Py-GCMS). Pengujian dilakukan di Laboratorium Proksimat Terpadu, Pustekolah, Bogor.

D. Analisis Data

Perlakuan yang digunakan pada aplikasi arang dan cuka kayu terhadap tanaman terdiri dari : Bo = kontrol/ tanpa arang atau cuka kayu, B1 = arang 10%, B2 = arang 20%, B3 = arang 30%, B4 = cuka kayu 1%, B5 = cuka kayu 2%, B6 = cuka kayu 3%, B7 = cuka kayu 4%. Ulangan dilakukan 9 kali.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap.

$$\text{Model: } Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = hasil pengamatan pada perlakuan ke i dan bilangan ke j

μ = nilai tengah

α_i = pengaruh perlakuan ke i / $i = 1, 2, 3, \dots, 8$

ϵ_{ij} = pengaruh acak pada perlakuan ke i ($i = 1, 2, 3, \dots, 8$) dan ulangan ke j ($j = 1, 2, 3, \dots, 8$)

Sebagai peragam adalah tinggi awal dan diameter awal. Untuk mengetahui adanya perbedaan pengaruh antar perlakuan, dilakukan uji jarak beda nyata dan uji t (Steel dan Torrie, 1991). Untuk data kandungan C, N, P, K hasil pengujian dalam tanah dan dalam biomassa (batang, daun dan akar), kandungan total karbon dalam biomas dianalisa secara deskriptif, kemudian masing-masing perlakuan dibandingkan dengan kontrol.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sengon (*Paraserianthes falcataria*)

Berdasarkan hasil uji t (Tabel 1) pemberian arang dan cuka kayu pada anakan sengon berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter. Sebagai contoh pada penambahan tinggi, perlakuan B5 berbeda dengan B3, B4 dan B7.

Pemberian cuka kayu 2% menghasilkan rata-rata pertambahan tinggi anakan sengon tertinggi (156,33 cm) dan terendah dengan cuka kayu 4% (75,68 cm). Sedangkan tanpa perlakuan (arang dan cuka kayu) menghasilkan rata-rata pertambahan diameter tertinggi (20,08 cm) dan terendah pemberian cuka kayu 4% (7,63 cm)s.

Kandungan C dalam tanah tertinggi 2,15% yang diberi arang 20%, terendah 1,20% setelah diberi cuka kayu 1%. Tanah yang diberi arang, kandungan C organiknya lebih tinggi dibanding tanpa arang dan lebih tahan karena arang mempunyai struktur C aromatik yang lebih tahan terhadap dekomposisi (Lehman *et al.*, 2006). Kandungan N tertinggi 0,22% setelah diberi arang 20%, dan terendah 0,12% setelah diberi cuka kayu 1%. Selanjutnya kandungan P tertinggi 8,00 ppm terjadi pada perlakuan penambahan arang 30%, yang terendah 5,70 ppm terjadi pada tanah yang tidak diberi arang maupun cuka kayu. Kandungan K tertinggi 0,52 me/100 g setelah diberi arang 10%, sedangkan terendah 0,11 me/100 g terjadi pada perlakuan penambahan cuka kayu 2%. Kandungan C, N, P dan K meningkat setelah diberi arang, hal ini terjadi karena aplikasi arang sebagai pembenah tanah berkontribusi terhadap pembenahan sifat fisika kimia tanah (Sukartono dan Utomo, 2012).

Dari Tabel 3 dapat diketahui kandungan C organik tertinggi dalam daun sengon 56,64% dengan penambahan arang 20% dan yang terendah dengan penambahan cuka kayu 3% yaitu sebesar 56,05%. Kandungan N total pada penambahan arang 30% tertinggi dibanding perlakuan lainnya. Kandungan P tertinggi pada penambahan cuka kayu 4%, dan kandungan K tertinggi ada pada penambahan arang 30%. Pada batang, penambahan cuka kayu 4%, kandungan N tertinggi (1,08%) dibanding perlakuan lainnya. Sedangkan kandungan K tertinggi pada penambahan arang 10% dan cuka kayu 4%

masing-masing 0,47%. Pada akar C organik tertinggi (54,33%), N total (0,94%), P (0,09%) dan K (0,45%) pada penambahan arang 10%, cuka kayu 2%, cuka kayu 1% dan cuka kayu 4%.

Tabel 1. Hasil uji t terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter anakan sengon

Table 1. *t test on height and diameter growth of sengon seedlings*

Parameter (<i>Parameter</i>)	Rataan pertambahan tinggi (cm) (<i>Average increase of height</i>)	Uji t (<i>t test</i>)
Komposisi (<i>Composition</i>)		
B ₅	156,33	a
B ₀	140,70	ab
B ₆	133,96	ab
B ₃	113,22	b
B ₁	98,02	bc
B ₂	96,24	bc
B ₄	81,97	c
B ₇	75,68	c
Rataan pertambahan diameter (cm) (<i>Average increase of diameter</i>)		
Uji t (<i>t test</i>)		
Komposisi (<i>Composition</i>)		
B ₀	20,08	a
B ₁	18,27	ab
B ₅	15,30	b
B ₃	12,18	bc
B ₆	11,56	bc
B ₂	11,02	bc
B ₄	9,58	c
B ₇	7,63	d

Keterangan (*Remarks*) : B₀ : kontrol (*control*); B₁ : arang 10% (*10% charcoal*); B₂ : arang 20% (*20% charcoal*); B₃ : arang 30% (*30% charcoal*); B₄ : cuka kayu 1% (*1% wood vinegar*); B₅ : cuka kayu 2% (*2% wood vinegar*); B₆ : cuka kayu 3% (*3% wood vinegar*); B₇ : cuka kayu 4% (*4% wood vinegar*).

Angka yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata (*Figures followed By the same letters are not significantly different a > b > c > d*)

Tabel2. Pengaruh penambahan arang dan cuka kayu pada penanaman sengon terhadap kandungan C, N, P dan K tanah

Table 2. *The influence of biochar and wood vinegar addition on C, N, P, K soil content at sengon plantation*

N0.	Perlakuan (<i>Treatment</i>)	Kandungan (<i>Content</i>)			
		C org,%	N total,%	P ppm	K, me/100g
1	B ₀	2,07	0,19	5,70	0,29
2	B ₁	1,67	0,17	6,20	0,52
3	B ₂	2,15	0,22	6,80	0,10
4	B ₃	1,75	0,17	8,00	0,44
5	B ₄	1,20	0,12	6,00	0,12
6	B ₅	1,51	0,15	6,20	0,11
7	B ₆	2,00	0,19	7,30	0,13
8	B ₇	2,00	0,18	8,00	0,16

Keterangan (*Remarks*) : B₀ : kontrol(*control*); B₁ : arang 10% (*10% charcoal*); B₂ : arang 20% (*20% charcoal*); B₃ : arang 30% (*30% charcoal*); B₄ : cuka kayu 1% kayu 3% (*3% wood vinegar*); B₇ : cuka kayu 4% (*4% wood vinegar*)

Tabel 3. Kandungan C, N, P dan K dalam biomas sengon
Table 3. C, N, P and K content in sengon biomass

No.	Perlakuan (<i>Treatment</i>)	Sengon			
		C organik %	N total %	P %	K %
A.	Daun (<i>Leaf</i>)				
1.	B0	56,37	1,95	0,06	0,40
2.	B1	56,07	2,05	0,08	0,74
3.	B2	56,64	2,02	0,08	0,63
4.	B3	56,48	2,96	0,09	0,84
5.	B4	56,13	2,23	0,10	0,65
6.	B5	56,37	2,19	0,10	0,40
7.	B6	56,05	2,65	0,11	0,40
8.	B7	56,30	2,54	0,12	0,30
B.	Batang (<i>Stem</i>)				
1.	B0	55,68	0,63	0,07	0,25
2.	B1	54,85	0,63	0,10	0,47
3.	B2	55,04	0,66	0,11	0,25
4.	B3	54,95	0,84	0,12	0,32
5.	B4	54,56	0,87	0,11	0,37
6.	B5	54,38	1,04	0,12	0,37
7.	B6	54,42	1,04	0,12	0,25
8.	B7	55,34	1,08	0,11	0,47
C.	Akar (<i>Root</i>)				
1.	B0	54,24	0,94	0,06	0,25
2.	B1	54,33	0,86	0,07	0,27
3.	B2	54,08	0,80	0,06	0,25
4.	B3	54,17	0,77	0,06	0,27
5.	B4	53,26	0,80	0,09	0,22
6.	B5	53,79	0,94	0,06	0,30
7.	B6	53,88	0,70	0,06	0,25
8.	B7	53,69	0,70	0,06	0,45

Keterangan (*Remarks*): B0 : kontrol (*control*); B1: arang 10% (*10% charcoal*); B2 : arang 20% (*20% charcoal*); B3: arang 30% (*30% charcoal*); B4:cuka kayu 1% (*1% wood vinegar*); B5 : cuka kayu 2% (*2% wood vinegar*); B6 : cuka kayu 3% (*3% wood vinegar*); B7 : cuka kayu 4% (*4% wood vinegar*)

B. Jabon (*Anthocephalus cadamba*)

Berdasarkan uji t (Tabel 4), pemberian arang dan cuka kayu pada anakan Jabon berpengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi dan diameter. Sebagai contoh pada penambahan tinggi, perlakuan B3 berbeda dengan B1/B6/B5 dan B2/B4. Pada penambahan diameter, perlakuan B3/B0 berbeda dengan B7/B5/B6/B4.

Pemberian arang 30% menghasilkan pertumbuhan tinggi anakan jabon tertinggi (89,17 cm) dibandingkan dengan kontrol dan pemberian cuka kayu (Tabel 4). Pemberian cuka kayu cenderung menghambat pertumbuhan tinggi, terbukti pada semua perlakuan penambahan cuka

kayu pertambahan tinggi lebih kecil dibanding tanpa perlakuan. Hal ini disebabkan kandungan unsur hara dalam cuka kayu sangat rendah dibandingkan unsur hara dalam arang (Komarayati *et al.*, 2011). Cuka kayu yang disiramkan dalam tanah tidak dapat bertahan lama, karena akan menguap, berbeda dengan arang yang akan tetap berada dalam tanah dan resisten sampai waktu yang lama. Selain itu, arang mempunyai pori yang dapat menyimpan air dan hara, pori tersebut dapat digunakan sebagai tempat berkembangbiak mikroba tanah.

Cuka kayu yang terkandung dalam asap hasil pembakaran arang kayu berguna untuk memperbaiki mutu tanah dan membantu

pertumbuhan tanaman agar lebih baik dan kuat (Sinar Tani, 2010). Komponen kimia cuka kayu seperti asam asetat, metanol dan fenol masing-masing mempunyai fungsi dan manfaat bagi tanaman. Asam asetat berfungsi untuk memper-

cepat pertumbuhan dan pencegah penyakit tanaman. Metanol berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman, sedangkan fenol dan turunannya berfungsi untuk mencegah serangan hama dan penyakit tanaman (Yatagai, 2002).

Tabel 4. Hasil uji t terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter anakan jabon

Table 4. *t test on height and diameter of jabon seedlings*

Parameter	Rataan pertambahan tinggi (Average increase of height), cm	Uji t (<i>t test</i>)
Komposisi (<i>Composition</i>)		
B ₃	89,17	a
B ₀	83,57	ab
B ₁	66,69	b
B ₆	65,14	b
B ₅	62,77	b
B ₇	58,25	bc
B ₂	51,25	c
B ₄	51,20	c
	Rataan pertambahan diameter (Average increase of diameter), cm	Uji t (<i>t test</i>)
Komposisi (<i>Composition</i>)		
B ₃	19,12	a
B ₀	18,37	a
B ₁	13,82	ab
B ₂	13,11	ab
B ₇	11,70	b
B ₅	11,67	b
B ₆	11,16	b
B ₄	10,96	b

Keterangan (*Remarks*): B₀ : kontrol (*control*); B₁: arang 10% (*10% charcoal*); B₂ : arang 20% (*20% charcoal*); B₃: arang 30% (*30% charcoal*); B₄: cuka kayu 1% (*1% wood vinegar*); B₅: cuka kayu 2% (*2% wood vinegar*); B₆ : cuka kayu 3% (*3% wood vinegar*); B₇: cuka kayu 4% (*4% wood vinegar*).

Angka yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata (*Figures followed by the same letters are not significantly different a > b > c*)

Tabel 5. Pengaruh penambahan arang dan cuka kayu pada penanaman jabon terhadap kandungan C, N, P dan K tanah

Table 5. *The influence of biochar and wood vinegar addition on C, N, P, K soil content at jabon plantation*

N0.	Perlakuan (<i>Treatment</i>)	Kandungan (<i>Content</i>)			
		C org, %	N total, %	P ppm	K, me/100g
1	B ₀	2,37	0,23	8,40	0,36
2	B ₁	1,67	0,17	6,50	0,22
3	B ₂	2,31	0,22	7,20	0,59
4	B ₃	2,07	0,21	6,80	0,46
5	B ₄	1,43	0,15	6,30	0,13
6	B ₅	1,75	0,18	7,30	0,21
7	B ₆	2,07	0,19	8,00	0,27
8	B ₇	1,75	0,18	5,80	0,09

Keterangan (*Remarks*) : B₀ : kontrol (*control*); B₁: arang 10% (*10% charcoal*); B₂: arang 20% (*20% charcoal*); B₃: arang 30% (*30% charcoal*); B₄: cuka kayu 1% (*1% wood vinegar*); B₅: cuka kayu 2% (*2% wood vinegar*); B₆ : cuka kayu 3% (*3% wood vinegar*); B₇ : cuka kayu 4% (*4% wood vinegar*).

Kandungan C organik, N total dan P dalam tanah dari semua perlakuan penambahan arang dan cuka kayu ternyata hasilnya lebih kecil dari tanpa perlakuan. Sedangkan kandungan K (Kalium) tertinggi (0,59 me/100 g) dihasilkan dari penambahan arang 20% dan terendah (0,09 me/100g) dari penambahan cuka kayu 4%. Hal ini

disebabkan arang juga mengandung unsur hara K dan arang sebagai bahan amandemen tanah dapat memperbaiki ketersediaan hara K. Kalium (K) yang terkandung dalam arang berada dalam larutan tanah, sehingga mudah diserap oleh tanaman (Widowati *et al.*, 2012).

Tabel 6. Kandungan C, N, P dan K dalam biomas jabon
Table 6. C, N, P and K content in biomass of sengon

No.	Perlakuan (Treatment)	Jabon			
		C organik %	N total %	P %	K %
A.	Daun (<i>Leaf</i>)				
1.	B0	56,48	1,72	0,10	0,99
2.	B1	56,49	1,67	0,11	0,35
3.	B2	55,96	2,05	0,13	1,39
4.	B3	56,00	1,95	0,12	1,09
5.	B4	55,55	2,02	0,15	0,77
6.	B5	55,73	1,39	0,15	0,70
7.	B6	55,86	1,25	0,15	0,70
8.	B7	55,68	1,92	0,14	0,40
B.	Batang (<i>Stem</i>)				
1.	B0	54,56	0,77	0,10	0,55
2.	B1	54,90	0,59	0,08	0,25
3.	B2	54,26	0,49	0,08	0,90
4.	B3	54,89	0,87	0,08	1,02
5.	B4	54,63	1,08	0,09	2,02
6.	B5	54,18	0,77	0,08	0,40
7.	B6	53,54	0,59	0,07	0,60
8.	B7	53,52	0,35	0,06	0,22
C.	Akar (<i>Root</i>)				
1.	B0	53,36	0,63	0,06	0,50
2.	B1	52,73	0,52	0,05	0,30
3.	B2	52,91	0,49	0,06	0,75
4.	B3	52,73	0,60	0,17	1,36
5.	B4	52,45	0,59	0,18	1,56
6.	B5	52,65	0,80	0,09	0,42
7.	B6	52,51	0,44	0,11	0,77
8.	B7	52,91	0,80	0,08	0,35

Keterangan (Remarks): B0 : kontrol (*control*); B1: arang 10% (*10% charcoal*); B2 : arang 20% (*20% charcoal*); B3: arang 30% (*30% charcoal*); B4: cuka kayu 1% (*1% wood vinegar*); B5 : cuka kayu 2% (*2% wood vinegar*); B6 : cuka kayu 3% (*3% wood vinegar*); B7 : cuka kayu 4% (*4% wood vinegar*)

Dari Tabel 6 dapat diketahui bahwa kandungan C organik tertinggi dalam daun jabon 56,00% dengan penambahan arang 30% dan terendah dengan penambahan cuka kayu 1% yaitu sebesar 55,55%. Kandungan N total pada penambahan arang 20% tertinggi dibanding perlakuan lainnya. Kandungan P tertinggi ada pada penambahan cuka kayu 1-3% yaitu sebesar 0,15%. Kandungan K tertinggi ada pada penambahan arang 20% (1,39%). Pada batang, C organik tertinggi ada pada penambahan arang 10%, N total tertinggi pada penambahan cuka kayu 1% yaitu 1,08% dan kandungan K tertinggi pada penambahan cuka kayu 1% yaitu sebesar 2,02. Pada akar N total tertinggi ada pada penambahan cuka kayu 2% yaitu sebesar 0,80%. Kandungan P tertinggi dibanding perlakuan lainnya, ada pada penambahan cuka kayu 1% dan

kandungan K dengan penambahan cuka kayu 1% mempunyai nilai tertinggi yaitu sebesar 1,56%.

C. Pohon Penghasil Gaharu (*Aquilaria microcarpa*)

Berdasarkan hasil uji t (Tabel 7), pemberian arang dan cuka kayu pada anakan gaharu berpengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi dan diameter. Pada penambahan tinggi, perlakuan B7/B6 berbeda dengan b%/B2 dan B3. Selanjutnya pada penambahan diameter, perlakuan B2 berbeda dengan B1 dan B5/B3.

Rata-rata pertambahan tinggi anakan gaharu yang tertinggi adalah perlakuan B7 (cuka kayu 4%) yaitu 72,20 cm, sedangkan terendah perlakuan B3 (arang 30%) yaitu 48,86 cm.

Tabel 7. Hasil uji t terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter anakan pohon penghasil gaharu.

Table 7. t test on height and diameter of agar wood producing trees

Parameter (<i>Parameter</i>)	Rataan pertambahan tinggi (<i>Average increase of height</i>),cm	Uji t (<i>t test</i>)
Komposisi (<i>Composition</i>)		
B ₇	72,20	a
B ₆	69,74	a
B ₁	66,28	ab
B ₅	57,81	b
B ₂	54,83	b
B ₃	48,86	c
	Rataan pertambahan diameter (<i>Average increase of diameter</i>),cm	Uji t (<i>t test</i>)
Komposisi (<i>Composition</i>)		
B ₂	18,29	a
B ₁	16,61	b
B ₇	14,26	bc
B ₆	13,31	bc
B ₅	11,19	c
B ₃	10,09	c

Keterangan (*Remarks*) : B₁: arang 10% (10% charcoal); B₂: arang 20% (20% charcoal); B₃: arang 30% (30% charcoal); B₄: cuka kayu 1% (1% wood vinegar); B₅: cuka kayu 2% (2% wood vinegar); B₆: cuka kayu 3% (3% wood vinegar); B₇: cuka kayu 4% (4% wood vinegar); Angka yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata (*Figures followed by the same letters are not significantly different a > b > c*)

Kandungan C, N, P dan K dalam tanah tanaman sengon dan jabon berbeda dengan tanah yang ditanami pohon penghasil gaharu. Pada Tabel 8 dapat diketahui bahwa kandungan C tertinggi (5,58%) terjadi pada pemberian cuka kayu 3% dan terendah (2,07%) pada perlakuan arang 20%. Hal ini mungkin disebabkan oleh sifat tanaman yang dapat mempengaruhi kandungan hara dalam tanah. Kandungan N tertinggi (0,46%) dihasilkan dari pemberian cuka kayu 1% dan terendah (0,18%) dari pemberian cuka kayu 2%. Kandungan P tertinggi (8,70 ppm) dan terendah (7,10 ppm) dihasilkan dari pemberian arang 10% dan cuka kayu 1%. Sedangkan kandungan K tertinggi (0,47 me/100 g) dan terendah (0,08 me/100 g) dihasilkan dari pemberian arang 10% dan pemberian arang 20%.

Pada Tabel 9 dapat diketahui kandungan N total tertinggi dalam daun ada pada penambahan

arang 10% yaitu 1,39% ; kandungan K tertinggi sebesar 1,04% ada pada penambahan arang 20%. Dalam batang, kandungan C organik tertinggi (54,86%) dan terendah (54,08%) ada pada penambahan cuka kayu 3% dan arang 10%. Kandungan N total tertinggi (1,01%) yaitu pada penambahan cuka kayu 4% dan terendah (0,49%) terdapat pada penambahan cuka kayu 2%. Kandungan P tertinggi (0,08%) pada penambahan arang 10%, sedangkan K tertinggi (1,24%) ada pada penambahan cuka kayu 2%. Dalam akar, kandungan N total tertinggi (0,73%) pada penambahan cuka kayu 2%, terendah (0,49%) pada penambahan arang 10%. Kandungan P tertinggi (0,08%) pada penambahan arang 20% dan terendah (0,05%) pada penambahan cuka kayu 3%. Kandungan K tertinggi (0,84%) pada penambahan arang 10% dan terendah (0,37%) ada pada control/ tanpa arang atau cuka kayu.

Tabel 8. Pengaruh penambahan arang dan cuka kayu pada penanaman *A. Microcarpa* terhadap Kandungan C, N, P dan K tanah

Table 8. The influence of biochar and wood vinegar addition on C, N, P, K soil content at agar wood plantation

No	Perlakuan (Treatment)	Kandungan (Content)			
		C org,%	N total,%	P ppm	K me/100g
1	B0	2,23	0,23	7,30	0,20
2	B1	2,55	0,26	8,70	0,47
3	B2	2,07	0,19	6,80	0,08
4	B3	2,25	0,30	8,42	0,15
5	B4	2,50	0,46	7,10	0,22
6	B5	5,58	0,18	7,50	0,33
7	B6	2,31	0,22	7,80	0,24
8	B7	2,78	0,32	7,95	0,36

Keterangan (Remarks): B0 : kontrol (control); B1: arang 10% (10% charcoal); B2 : arang 20% (20% charcoal); B3 : arang 30% (30% charcoal); B4 : cuka kayu 1% (1% wood vinegar); B5 : cuka kayu 2% (2% wood vinegar); B6 : cuka kayu 3% (3% wood vinegar); B7: cuka kayu 4% (4% wood vinegar).

Tabel 9. Kandungan C, N, P dan K dalam biomas anakan *Aquilaria microcarpa*
Table 9. C, N, P and K content in biomass of eaglewood seedlings

No.	Perlakuan (Treatment)	Pohon penghasil gaharu (agar wood producing trees)			
		C organik %	N total %	P %	K %
A.	Daun (Leaf)				
1.	B0	56,25	0,42	0,10	0,62
2.	B1	56,13	1,39	0,08	0,60
3.	B2	55,93	1,22	0,10	1,04
4.	B5	56,00	0,94	0,07	0,62
5.	B6	55,52	0,56	0,08	0,62
6.	B7	55,72	0,54	0,12	0,77
B.	Batang (Stem)				
1.	B0	54,55	0,59	0,06	0,52
2.	B1	54,08	0,98	0,08	1,17
3.	B2	54,14	0,73	0,05	0,55
4.	B5	54,52	0,49	0,05	0,45
5.	B6	54,86	0,63	0,05	0,50
6.	B7	54,26	1,01	0,05	1,24
C.	Akar (Root)				
1.	B0	53,65	0,56	0,06	0,37
2.	B1	53,32	0,49	0,07	0,84
3.	B2	53,49	0,66	0,08	0,70
4.	B5	52,59	0,73	0,06	0,50
5.	B6	52,61	0,52	0,05	0,50
6.	B7	52,85	0,62	0,06	0,77

Keterangan (Remarks) : B0 : kontrol (control); B1 : arang 10% (10% charcoal); B2 : arang 20% (20% charcoal); B3 : arang 30% (30% charcoal); B4 : cuka kayu 1% (1% wood vinegar); B5 : cuka kayu 2% (2% wood vinegar); B6 : cuka kayu 3% (3% wood vinegar); B7 : cuka kayu 4% (4% wood vinegar).

D. Total Karbon

Tabel 10 . Total kandungan karbon dalam biomas sengon
Table 10. Carbon content in sengon biomass

No	Perlakuan (Treatment)	Akar (Root) g	Batang (Stem) g	Daun (Leaf) g	Total karbon (Carbon total) g
1	B0	340,84	390,89	723,19	1.454,92
2	B1	949,39	2.155,45	390,80	3.495,64
3	B2	669,03	223,05	1.312,73	3.204,81
4	B3	528,27	631,43	248,40	1.408,10
5	B4	1.515,10	5.110,78	4.404,04	11.029,92
6	B5	218,38	335,42	134,79	688,59
7	B6	290,30	218,92	466,69	975,91
8	B7	175,40	323,62	202,89	701,91

Keterangan (Remarks) : B0 : kontrol (control); B1 : arang 10% (10% charcoal); B2 : arang 20% (20% charcoal); B3 : arang 30% (30% charcoal); B4 : cuka kayu 1% (1% wood vinegar); B5 : cuka kayu 2% (2% wood vinegar); B6 : cuka kayu 3% (3% wood vinegar); B7 : cuka kayu 4% (4% wood vinegar).

Tabel 11. Total kandungan karbon dalam biomas jabon
Table 11. Carbon content in jabon biomass

No	Perlakuan (<i>Treatment</i>)	Akar (<i>Root</i>) g	Batang (<i>Stem</i>) g	Daun (<i>Leaf</i>) g	Total karbon (<i>Carbon total</i>), g
1	B0	354,83	656,92	955,01	1.966,76
2	B1	1.703,25	439,77	373,46	2.516,48
3	B2	526,96	1.108,52	363,11	1.998,59
4	B3	998,51	572,86	298,48	1.869,85
5	B4	959,42	171,23	200,56	1.331,21
6	B5	1.674,57	775,58	566,61	3.016,76
7	B6	536,89	1.722,51	700,81	2.960,21
8	B7	1.155,27	810,35	423,30	2.388,92

Keterangan (*Remarks*): B0 : kontrol (*control*); B1: arang 10% (*10% charcoal*); B2 : arang 20% (*20% charcoal*); B3 : arang 30% (*30% charcoal*); B4 : cuka kayu 1% (*1% wood vinegar*); B5 : cuka kayu 2% (*2% wood vinegar*); B6 : cuka kayu 3% (*3% wood vinegar*); B7 : cuka kayu 4% (*4% wood vinegar*).

Tingginya kandungan karbon dalam biomass sengon dan jabon bervariasi. Selain dipengaruhi oleh pemberian arang dan cuka kayu, juga dipengaruhi umur tanaman. Umumnya semakin tua umur tanaman semakin banyak karbon yang tersimpan. Hal ini dapat dilihat pada perlakuan pemberian cuka kayu 2% (B4) pada biomas sengon, diperoleh total kandungan karbon pada akar, batang dan daun paling tinggi yaitu 11.029,92 g, dimana kandungan karbon tertinggi terdapat pada batang yaitu 5.110,78 g, diikuti pada daun sebesar 4.404,04 g dan akar sebesar 1.515,10 g. Selanjutnya pada biomas sengon yang diberi perlakuan pemberian arang 10% (B1), total kandungan karbon yang diperoleh sebesar 3.495,64 g, masing-masing karbon pada batang 2.155,45 g, pada akar 949,39 g dan pada daun 390,80 g.

Bila dilihat dari total kandungan karbon yang terdapat dalam biomass jabon, perlakuan pemberian cuka kayu 2% (B5) menunjukkan total karbon paling tinggi yaitu 3.016,76 g, masing-masing karbon pada akar 1.674,57 g, pada batang 775,58 g dan pada daun 566,61 g.

Perlakuan penambahan arang 30% (B3) merupakan perlakuan yang memberikan persentase karbon biomas tertinggi yaitu 37,52% yaitu pada bagian akar. Selanjutnya perlakuan penambahan cuka kayu 2% merupakan perlakuan yang memberikan persentase karbon biomass

tertinggi yaitu 48,71% yaitu pada bagian batang, diikuti oleh perlakuan cuka kayu 1% (B4) sebesar 46,33% dan cuka kayu 4% (B7) sebesar 46,10%. Sedangkan persentase simpanan karbon tertinggi pada daun, diperoleh pada perlakuan B0 (tanpa penambahan arang dan cuka kayu), yaitu 49,71%, selanjutnya diikuti pada pemberian cuka kayu 3% (B6) yaitu 47,82% dan penambahan arang 20% (B3) sebesar 40,96%.

Karbon yang tersimpan dalam biomas tumbuhan bervariasi, dimana masing-masing perlakuan memberikan hasil yang berbeda. Kandungan karbon yang tersimpan dalam batang paling tinggi, baik pada perlakuan penambahan arang maupun cuka kayu. Sedangkan karbon yang tersimpan dalam biomas jabon bagian akar ternyata lebih tinggi jika dibanding dengan karbon pada batang dan daun. Kandungan karbon pada bagian tubuh pohon berbeda antar berbagai bagian tubuh pohon. Penambahan arang pada tanah akan berdampak pada peningkatan karbon yang diikat (*fixed carbon*) oleh tanah. Sehingga akan terjadi peningkatan deposit karbon dalam reservoir, dalam bentuk material yang stabil dan tidak mudah terdekomposisi (Adiriono, 2009). Selain itu, arang mempunyai kemampuan untuk menangkap karbon dari tanaman dan menyimpannya di bawah tanah, akhirnya akan terurai secara perlahan dan akan memberikan dampak terhadap penurunan emisi gas rumah kaca CO₂ (Sinar Tani, 2012)

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pemberian arang dan cuka kayu menghasilkan pertambahan tinggi dan diameter anakan pohon/tanaman bervariasi tergantung jenis anakan.

Pertambahan tinggi dan diameter anakan sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) terbesar berturut-turut 156,33 cm dan 20,08 mm diperoleh dari pemberian cuka kayu 2% dan arang 10%. Pertambahan tinggi dan diameter anakan jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.) terbesar masing-masing 89,17 cm dan 19,22 mm diperoleh dari perlakuan penambahan arang 30%. Anakan pohon penghasil gaharu *A. Myrocarpa*, pertambahan tinggi dan diameter terbesar masing-masing 72,20 cm dan 18,29 mm diperoleh pada perlakuan penambahan cuka kayu 4% dan arang 20%.

Pemberian arang dan cuka kayu pada tanah yang ditanami sengon dan jabon dapat meningkatkan berat biomas tanaman dan simpanan karbon, sehingga diharapkan dapat mereduksi emisi karbon ke atmosfer.

B. Saran

Pengamatan perlu dilanjutkan untuk mengetahui lebih lanjut pertumbuhan tanaman dan mengetahui seberapa besar peranannya terhadap penurunan emisi karbon.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan terima kasih kepada rekan-rekan peneliti, teknisi dan semua orang yang telah membantu penelitian sampai penulisan naskah ini. Mudah-mudahan kebaikan Bapak dan Ibu dibalas oleh Allah SWT. Amiin YRA.

DAFTAR PUSTAKA

Adiriono, T. (2009). *Pengukuran kandungan karbon (carbon stock) dengan metode karbonisasi pada hutan tanaman jenis Acacia crassiparva*. Program Pasca Sarjana Ilmu Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. (Tesis).

Gani, A. (2009). Potensi arang hayati sebagai komponen teknologi perbaikan produktivitas lahan pertanian. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, vol/No IT04/01.

Hidayat. (2010). Pemanfaatan arang sebagai *biochar* yang ramah lingkungan. Arief Hidayat Blog, 16 Desember 2010. Di akses tanggal 14 April 2012.

Komarayati, S., Gusmailina dan G. Pari. (2011). Produksi cuka kayu hasil modifikasi tungku arang terpadu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29 (3), 234-247.

_____ dan E. Santoso. (2011). Arang dan cuka kayu : Produk HHBK untuk stimulan pertumbuhan mengkudu (*Morinda citrifolia*). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 29 (2), 155-178.

_____, Gusmailina dan G. Pari. (2013). Arang dan cuka kayu : Produk hasil hutan bukan kayu untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan serapan hara karbon. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 31 (1), 49-62.

Lehman, J., Gaunt, J. and Rondon, M. (2006). Biochar sequestration in terrestrial ecosystems : A review. *Mitigation and Adaptation Strategy of Global Change* 11, 403-427.

Nurhayati, T. (2007). *Produksi arang terpadu dengan cuka kayu dan pemanfaatan cuka kayu pada tanaman pertanian*. Makalah pada acara pelatihan pembuatan arang terpadu dan produk turunannya. Di Dinas Kehutanan Kabupaten Bulungan, Kalimantan Timur, 17-26 Juli 2007.

Pari, G. (2009). *Laporan mengikuti 1st Asia Pasific Biochar Conference Gold Coast, Australia*, 17-20 Mei 2009. Tidak Diterbitkan. Bogor.

Sinar Tani. (2010). Cuka kayu penyubur dan penguat tanaman. Sinar Tani. Membangun Kemandirian Agribisnis. Diakses tanggal 21 Nopember, 2010. Jakarta.

Sinar Tani. (2012). Biochar yang tepat untuk tanah yang tepat. Edisi no. 3433, 22 Pebruari 2012. Diakses tanggal 2 April, 2012. Jakarta.

- Steel, R.G.D., dan Torrie, J.H. (1991). *Prinsip dan Prosedur Statistika (Terjemahan)* Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Sukartono dan W.H. Utomo. (2012). Peranan *biochar* sebagai pembenah tanah pada pertanaman jagung di tanah lempung berpasir (*Sandy loam*) semiarid tropis Lombok Utara. *Buana Sains Vol 12, No. 1*, 91-98.
- Widowati, Asnah dan Sutoyo. (2012). Pengaruh penggunaan *biochar* dan pupuk kalium terhadap pencucian dan serapan hara kalium pada tanaman jagung. *Buana Sains Vol 12, No. 1*, 83-90.
- Yatagai. (2002). *Utilization of charcoal and wood vinegar in Japan*. Report. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo. Japan.

Lampiran 1. Analisis ragam-peragam terhadap pertambahan tinggi dan diameter anakan sengon**Appendix 1. Analysis of covariance on height and diameter growth of sengon seedlings**

Sumber keragaman (<i>Source of variance</i>)	db (<i>df</i>)	F hitung (<i>F calculated</i>)	
		Y1	Y2
Total (<i>Total</i>)	46		
Perlakuan (<i>Treatment</i>)	7	2,88*	3,14*
Peragam (<i>Adjuster</i>)	1	87,67**	13,85**
Galat (<i>Error</i>)	38		
Rata-rata (<i>Means</i>)	-	0,74	0,39
Koefisien keragaman (<i>Coefficiency of variation</i>)	-	44,87	78,81

Keterangan (*Remarks*) : * = nyata pada taraf 5% (*significant at 5%*); ** = nyata pada taraf 1% (*significant at 1%*); tn = tidak nyata (*not significant*); Peragam (*Adjuster*), untuk pertumbuhan tinggi dan pertumbuhan diameter adalah berturut-turut tinggi awal dan diameter awal anakan (*for height and diameter growths are consecutively initial height and initial diameter of the seedlings*); β = koef. regresi (*regression coeff.*); R^2 = koef. determinasi (*coeff. of determination*); KK = koefisien keragaman (*coeff. of variation*)

Lampiran 2. Analisis ragam-peragam terhadap pertambahan tinggi dan diameter anakan jabon

Appendix 2. Analysis of covariance on height and diameter growth of jabon seedlings

Sumber keragaman (<i>Source of variance</i>)	Db (<i>df</i>)	F hitung (<i>F calculated</i>)	
		Y1	Y2
Total (<i>Total</i>)	52		
Perlakuan (<i>Treatment</i>)	7	2,20*	2,73 *
Peragam (<i>Adjuster</i>)	1	4,48*	2,94*
Galat (<i>Error</i>)	44		
Rata-rata (<i>Means</i>)	-	65,31	13,98
Koefisien keragaman (<i>Coefficien of variation</i>)	-	43,22	50,77

Keterangan (*Remarks*) : * = nyata pada taraf 5% (*significant at 5%*); ** = nyata pada taraf 1% (*significant at 1%*); tn = tidak nyata (*not significant*); peragam (*Adjuster*), untuk pertumbuhan tinggi dan pertumbuhan diameter adalah berturut-turut tinggi awal dan diameter awal anakan (*for height and diameter growths are consecutively initial height and initial diameter of the seedlings*); β = koef. regresi (*regression coeff.*); R^2 = koef. determinasi (*coeff. of determination*); KK = koefisien keragaman (*coeff. of variation*)

Lampiran 3. Analisis ragam-peragam terhadap pertambahan tinggi dan diameter anakan pohon penghasil gaharu
Appendix 3. Analysis of covariance on height and diameter growth of eaglewood producing tress seedlings

Sumber keragaman (<i>Source of variance</i>)	Db (<i>df</i>)	F hitung (<i>F calculated</i>)	
		Y1	Y2
Total (<i>Total</i>)	20		
Perlakuan (<i>Treatment</i>)	5	2,85*	4,20*
Peragam (<i>Adjuster</i>)	1		
Galat (<i>Error</i>)	14	6,15*	5,92*
Rata-rata (<i>Means</i>)	-	64,86	13,21
Koefisien keragaman (<i>Coefficiency of variation</i>)	-	27,15	27,94

Keterangan (*Remarks*): * = nyata pada taraf 5% (*significant at 5%*); ** = nyata pada taraf 1% (*significant at 1%*); tn = tidak nyata (*not significant*); Peragam (*Adjuster*), untuk pertumbuhan tinggi dan pertumbuhan diameter adalah berturut-turut tinggi awal dan diameter awal semai (*for height and diameter growths are consecutively initial height and initial diameter of the seedlings*); β = koef. regresi (*regression coeff.*); R^2 = koef. determinasi (*coeff. of determination*); KK = koefisien keragaman (*coeff. of variation*)